

文章编号:1001-5132 (2008) 04-0580-04

综合热流计法在夏热冬冷地区的应用

林 云, 闫成文, 姚 健

(宁波大学 建筑工程与环境学院, 浙江 宁波 315211)

摘要:对目前夏热冬冷地区建筑围护结构传热系数现场检测方法及其局限性进行了分析和思考, 结合综合热流计法的基本原理和检测技术, 研究得到了能够不受季节与环境因素影响的围护结构传热系数的检测方法, 并使用该方法对 2 个工程进行了现场检测试验. 试验结果表明: 该检测方法完全适用于夏热冬冷地区.

关键词:夏热冬冷; 围护结构; 传热系数; 现场检测

中图分类号: TU111.3

文献标识码: A

夏热冬冷地区的气候特点为夏季闷热、冬季寒冷、环境潮湿、日照率低、静风率高以及夏天和冬天室内外的温差较小. 该地区夏天主要依靠通风和空调降低室内温度, 而冬天主要依靠人体温度或使用暖空调升高室内温度. 而根据文献[1]规定建筑节能现场检测所用的热流计法应在采暖期进行, 这就给夏热冬冷地区的现场检测工作带来诸多的不便. 而夏热冬冷地区的居住建筑室内没有采暖和供暖设施, 即使到了采暖期, 室内外的温差也同样不具备可供检测的温差. 并且在使用热流计法进行居住建筑围护结构传热系数测定时, 无法在被测墙体上建立一个一维的稳态传热条件.

1 现有围护结构传热系数检测法

1.1 红外热像仪法

红外热像仪法是通过红外摄像机在远距离测定建筑物围护结构, 通过测得的各种热像图表征有无热工缺陷, 其只能定性分析, 无法量化所测结果,

故只用作分析检测结果时的比对参考^[2]. 而且这种方法必须是在建筑物内提供热源, 使得室内的温度大于室外的温度, 当热流通过墙体传导至外墙时, 红外热像仪才能测定建筑物围护结构的热工缺陷. 这使得在不具备采暖供暖设施的夏热冬冷地区或新建成的居住建筑以及大面积居住小区进行检测时, 造成诸多的不便和不确定性.

1.2 热箱法——功率法

热箱法检测围护结构传热系数的前提是基于“一维传热”的基本假定, 测试部位的内侧用热箱模拟采暖建筑室内条件, 并使热箱内和室内空气温度保持一致, 另一侧为室外自然条件, 维持热箱内温度高于室外温度 8℃ 以上, 这样被测部位的热流总是从室内向室外传递, 用防护热箱法或标定热箱法来消除边界影响. 当热箱内加热量与通过被测部位传递的热量达到平衡时, 热箱的加热量即是被测部位的传热量, 再根据计算可得被测部位的传热系数^[3]. 热箱法在实验室环境中有其优越性, 但是在实际测量中, 由于要求热箱内和室内空气温度保

持一致,因此难以操作。

1.3 热流计法

热流计法主要采用热流计、热电偶在现场检测被测围护结构的热流量以及其内外表面温度,通过数据处理计算出该围护结构的传热系数,从而判断建筑物是否达到节能标准的要求。现行检测标准(JGJ132-2001)规定热流计法或经国家质量技术监督部门认定的其他方法,同时还规定了在采暖期供热系统正常运行后进行检测,检测持续时间不应小于96h。但是,如果按规定至少连续检测96h,整个检测周期偏长^[4],在夏热冬冷地区没有供暖系统的情况下就无法进行检测。

2 综合热流计法

综合热流计法的产生是根据对现有检测方法和检测时热流状态的理论分析中,认为只需创造一个一维的传热环境,可随时检测达到稳定状态时的温度及热流等参数,即能满足检测要求。此检测方法不受季节的影响,不受室内是否有采暖与供暖设施的影响,且不必拘泥于采暖期,比较适合在夏热冬冷地区的居住建筑围护结构传热系数的测定。

2.1 设备与原理

检测设备主要采用:(1)温度与热流巡回自动检测仪及与之配套的T型热电偶(GB/T2903-1998)。温度与热流巡回自动检测仪采用单片机系统,测量精度高,同时可测56路温度信号及20路热流信号,能存储10个昼夜的测量数据。(2)2个可在10~50

控温的高精度箱体,冷箱控温0~20,热箱控温20~50,箱体的开口尺寸为1.2m×1.2m。因为温度过低,对制冷设备要求太高,而且温度过低会有凝结水出现,水的气、液两相的变化会给传热带来影响;温度高于50时会引起热流计测头变质和变形,造成大的测量误差,而且温度过高也会造成墙面干裂。

综合热流计法的原理是在被测部位内侧利用

可控温的高精度开口箱体,维持热箱内温度高于被测部位外侧冷箱20以上,人为地在建筑围护结构上创造一个较大温差的一维传热过程,使得被测部位的热流总是从室内向室外传递。当热流通过墙体时,由于墙体具有热阻,在其厚度方向的温度梯度为衰减过程,故墙体的内、外表面具有温差。再使用热流计法,利用温差与热流量之间的对应关系进行热流量的测定。

2.2 检测方法

对于刚刚完工、围护结构含水率特别高的被测房间,应在测试前进行人工烘干^[5]。

热流计的测点位置应尽量选择在大面积墙面的中央。如果建筑结构复杂,需按不同部位设置测点,求加权平均值。温度测点应选择在热流计测点边沿15cm处,室外对应位置也应布置温度测点。

在被测部位的热表面布置1块热流计,在热流计的周围布置4个铜-康铜热电偶,在对应的冷表面也同样地布置1块热流计,在热流计的周围布置4个热电偶。冷表面热流计的作用监测热流的数值是否相同。将这些热流计和热电偶用导线与温度与热流巡回自动检测仪连接之后,在内表面加盖热箱,在外表面与热箱相对位置加盖冷箱,将温度设定为内外相差20以上。

连续测试8~10h,每30min记录1次数据,开始一段时间的数据只能作为参考。当相邻2次测量的计算结果相差不大于5%时即可结束测量,或者观察巡检仪上的读数,当温度和热流计的读数不再发生趋势性变化后,继续连续测4h结束测量。

2.3 数据的计算与处理

由于热流计热阻一般比被测围护结构的热阻小很多,传热工况影响很小,因此热流计的热阻可以忽略不计。所以在稳定状态下,流过热流计的热流量亦为被测围护结构的热流量。

围护结构传热系数可定义为:在稳态传热条件下,围护结构两侧空气温度差为1时,单位时间通过单位面积传递的热量,单位为 $W\cdot(m^2\cdot)^{-1}$ 。

热流计法其本质是要求通过热流计的热流即为通过被测对象的热流,并且该热流平行于温度梯度方向,即通过热流计的热流为一维传导,并且不考虑向四周的扩散.此时只要同时测得冷热两端的温度,即可根据下列公式计算出被测对象的热阻和传热系数:

$$R = (T_2 - T_1) / (E \times C), \quad (1)$$

$$K = 1 / (R_i + R_e + R), \quad (2)$$

其中: R 为被测物的热阻,单位 $(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \cdot \text{W}^{-1}$; T_2 为热流计热端温度,单位 $^{\circ}\text{C}$; T_1 为热流计冷端温度,单位 $^{\circ}\text{C}$; E 为热流计读数,单位 mv ; C 为热流计测头系数,单位 $\text{W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{mv})^{-1}$,热流计出厂时已标定; K 为被测物的传热系数,单位 $\text{W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$; R_i 为被测物的内表面热阻,单位 $(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \cdot \text{W}^{-1}$; R_e 为被测物的外表面热阻,单位 $(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \cdot \text{W}^{-1}$.

3 围护结构传热系数现场实测案例

为了验证综合热流计法在现场测试围护结构传热系数的准确性,使用“LJW-1型墙体及玻璃制品保温性能”检测装置,该设备综合了热流计法、保护热箱法及标定热箱法的特点.

3.1 镇海金丰阳光住宅小区的围护构造概况

该小区共有32幢住宅楼,选择其中的10#楼、26#楼的3楼东墙体进行测试.墙体保温形式为外墙内保温.测点构造如图1所示,检测部位如图2和图3所示.

3.2 镇海区蛟川街道某办公大楼的围护构造概况

所测位置为办公大楼顶层升降机机房的外墙,墙体保温形式为外墙外保温,测点构造如图4所示.

3.3 现场实测方法

现场实测按照前述的综合热流计法进行.

3.4 检测数据与结果分析

根据图5实际测得数据,利用式(1)计算得到外墙主体部位热阻为 $0.6031 (\text{m}^2 \cdot \text{K}) \cdot \text{W}^{-1}$,利用式(2)得外墙主体部位传热系数为 $1.32771 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$.

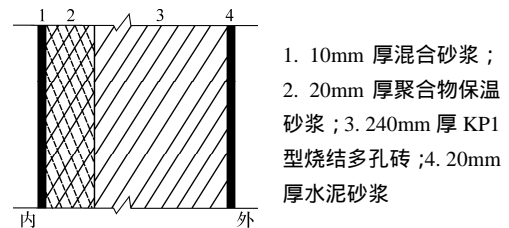


图1 金丰阳光小区的测点构造示意图

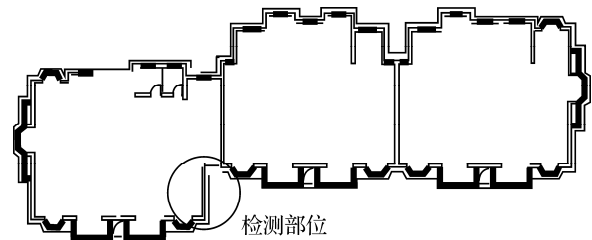


图2 10#305外墙主体传热系数检测部位

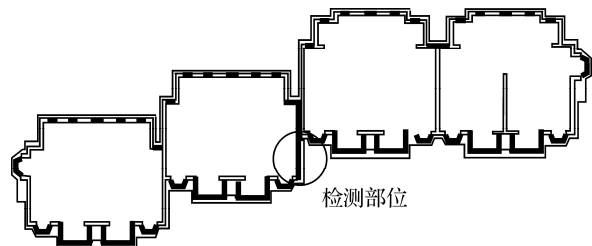


图3 26#309外墙主体传热系数检测部位

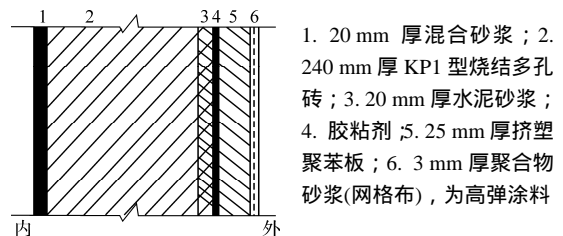


图4 某办公大楼测点构造示意图

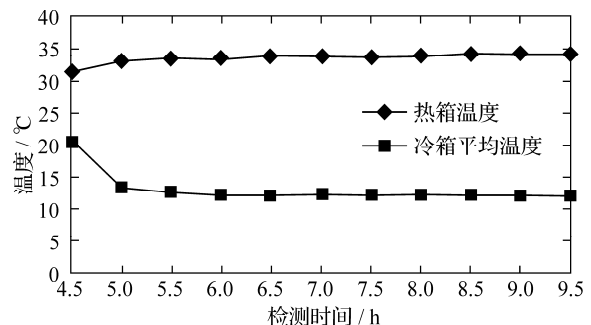


图5 10#305外墙主体检测时间与冷、热箱温度关系

同理,根据图6测得数据,利用式(1)得到外墙主体部位热阻为 $0.6062 (\text{m}^2 \cdot \text{K}) \cdot \text{W}^{-1}$,利用式(2)得出外墙主体部位传热系数为 $1.32238 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$.

根据图7测得的数据,利用式(1)得到外墙主体

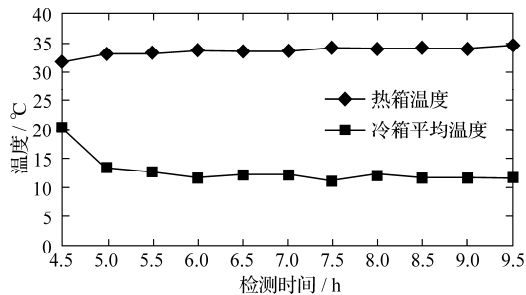


图6 26#309外墙主体检测时间与冷、热箱温度关系
部位热阻为 $1.2276 (\text{m}^2 \cdot \text{K}) \cdot \text{W}^{-1}$, 利用式(2)计算得出外墙主体部位传热系数为 $0.72589 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$.

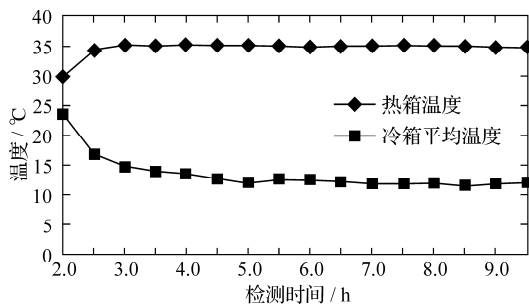


图7 镇海区某大楼外墙主体检测时间与冷、热箱温度关系

4 小结

(1) 针对目前的一些检测方法受环境温度和季节的限制问题, 本文认为从热工学角度保证检测

部位内外温差 20 以上的条件下测试是可行的, 使用综合热流计法检测时不受季节气候的影响, 具有较好的适应性和可操作性, 使得这种方法能满足节能工程的质量控制和节能工程竣工验收。

(2) 本方法控温装置的控温面积是热流计传感面积的 100 倍, 尽量消除了边界效应。

(3) 检测时要考虑被测墙体的含水率。一般在温度、热流稳定时, 该影响因素已经基本消除。

(4) 由于本方法采用人为控制温差的方法, 能够显著提高检测效率, 使检测周期缩短, 约 10 h 可完成检测工作, 从而能够在现场更方便, 更全面检测建筑的节能效果。

参考文献:

- [1] JGJ131-2001. 采暖居住建筑节能检验标准[S].
- [2] 朱传晟. 建筑节能现场检测技术初探[J]. 建筑节能, 2002(6):43-44.
- [3] 魏剑侠, 魏清林. 热箱法在建筑节能专项验收中的应用初探[J]. 技术导讯, 2003, 2(14):25-27.
- [4] 田守斌, 杨永恒, 孟渊. 应用热流计现场检测建筑物传热系数[J]. 新型建筑材料, 2004(8):59-61.
- [5] 彭昌海. 关于建筑节能现场测试的几点思考[J]. 暖通空调, 2005, 35(3):51-53.

Application of Comprehensive Heat Flow Meter Method in Hot-summer and Cold-winter Regions

LIN Yun, YAN Cheng-wen, YAO Jian

(Faculty of Architectural Engineering, Civil Engineering and Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: The in-situ test methods of heat transfer coefficient of envelopes and their limitations are analyzed and reconsidered for regions where currently hot in summer and cold in winter. The fundamentals and test technology about comprehensive heat flow meter method are introduced. With the two study cases of the project site testing, applicability is validated in the hot-summer and cold-winter areas.

Key words: hot-summer and cold-winter areas; envelopes; heat transfer coefficient; in-situ test

CLC number: TU111.3

Document code: A

(责任编辑 章践立)